



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

**CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) NA EMPRESA
SERRAFF INDÚSTRIA DE TROCADORES DE CALOR LTDA.**

Maicon Dutra

Lajeado, dezembro de 2017

Maicon Dutra

**CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) NA EMPRESA
SERRAFF INDÚSTRIA DE TROCADORES DE CALOR LTDA.**

Artigo apresentado na disciplina de Trabalho de Curso II, do curso de Administração de Empresas, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Me. Hélio Diedrich

Lajeado, dezembro de 2017

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) NA EMPRESA SERRAFF INDÚSTRIA DE TROCADORES DE CALOR LTDA.

Maicon Dutra¹

Hélio Diedrich²

RESUMO: Devido ao aumento da concorrência entre empresas do mesmo segmento, onde concorrentes podem estar em qualquer parte do planeta, para que uma empresa possa se manter competitiva no mercado, é necessário ter formas para garantir seu funcionamento, bem como, manter a qualidade continua de seus processos visando oferecer produtos e serviços cada vez melhores. Para isso, dentre técnicas existentes as empresas podem utilizar o Controle Estatístico de Processo (CEP), que se trata de um sistema de controle contínuo de qualidade que utiliza cálculos estatísticos, visando checar continuamente os processos de fabricação de produtos, em busca de identificar, analisar e eliminar com antecedência variações que possam afetar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos. Sistemática esta que, sendo implementada de forma correta e adequada, pode trazer resultados significativos para empresa. O presente estudo tem por objetivo principal implementar parcialmente, em forma de ensaio o Controle Estatístico de Processo (CEP) e comprovar sua viabilidade operacional de uso numa empresa de trocadores de calor. No caso específico da empresa em que o trabalho é realizado, essa aplicação visa melhorar a qualidade e reduzir perdas nos processos críticos que utilizam uma das matérias primas principais na fabricação de trocadores de calor (tubos de cobre). Os objetivos específicos são: (1) definir processo críticos para implementação parcial do CEP, através de uma análise da estrutura dos produtos da empresa; (2) coletar informações necessárias para elaboração das cartas de controle; (3) elaborar e disponibilizar as cartas de controle em local de fácil acesso e visualização; (4) identificar dificuldades e oportunidades com a implementação do CEP. Os métodos utilizados para realização deste trabalho foram a pesquisa aplicada e o estudo de caso, com abordagem qualitativa. Os resultados encontrados foram satisfatórios e possibilitaram à empresa de trocadores de calor reduzir retrabalhos e desperdícios que ocorrem nos setores implementados em forma de ensaio, gerando assim uma melhoria continua na qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

Palavras-chaves: Melhoria Continua. Controle Estatístico de Processo.

ABSTRACT: Due to the increase in competition between companies in the same segment, where competitors can be anywhere on the planet, so that a company can remain competitive in the market, it is necessary to have ways to guarantee its operation, as well as to maintain the continuous quality of its processes to offer better products and services. For this, among existing techniques companies can use the Statistical Process Control (SPC), which is a continuous quality control system that uses statistical calculations, aiming continually check the products of manufacturing processes in order to identify, analyze and eliminate in advance variations that may affect the quality of the products and services offered. Systematics is that, being implemented correctly and properly, can bring significant results to the company. The main objective of the present study is to partially implement the Statistical Process Control (CEP) and to prove its operational feasibility for use in a heat exchanger company. In the specific case of the company where the work is carried out, this application aims to improve quality and reduce losses in the critical processes that use one of the main raw materials in the manufacture of heat exchangers (copper tubes). The specific objectives are: (1) to define critical processes for partial implementation of the CEP, through an analysis of the company's product structure; (2) collect information necessary to draw up control charts; (3) develop and make available the control charts in a place of easy access and visualization; (4) identify difficulties and opportunities with the implementation of the CEP. The methods used to perform this work were applied research and the case study, with a qualitative approach. The results were satisfactory and enabled the heat exchanger company to reduce rework and waste that occurs in the sectors implemented in the form of tests, thus generating a continuous improvement in the quality of the products and services offered.

Keywords: Improvement Continues. Statistical Process Control.

¹ Acadêmico do Curso de Administração da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Lajeado/RS. maicondutra@gmail.com

² Bacharel em Administração (FATES). Mestre em Engenharia de Produção (UFRGS) – Professor de Graduação e Pós-Graduação da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Lajeado/RS. heliodiedrich@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Com a globalização, a concorrência entre indústrias está cada vez maior, os concorrentes podem estar em qualquer parte do planeta. Com isso, cada vez mais é necessário que as empresas busquem sempre oferecer os melhores produtos e serviços para que possam se manter competitivas e ter resultados no mercado. Considerando que a qualidade dos produtos e serviços esteja sujeita a variações não somente na qualidade da matéria prima e mão de obra utilizada, mas também na qualidade dos processos necessários para a sua fabricação, tornou se necessário maior controle e análise continua desses processos.

Dessa forma, em busca da melhoria continua dos processos e da alta qualidade de produtos e serviços oferecidos, dentre outras técnicas existentes, as empresas podem utilizar a ferramenta denominada Controle Estatístico de Processo (CEP), que é um sistema de controle de qualidade que através do uso de estatísticas, visa checar continuamente o processo de fabricação de um produto, objetivando identificar, analisar e eliminar antecipadamente as variações que possam afetar na qualidade do produto e serviço, deixando de satisfazer a necessidade do cliente.

A empresa utilizada para este estudo foi a empresa Serraff Indústria de Trocadores de Calor Ltda., localizada na cidade de Arroio do Meio/RS, região do Vale do Taquari, que foi fundada em 06 de outubro de 1987. Empresa do ramo de refrigeração e ar condicionados, setor para o qual a demanda do território brasileiro é grande e por possuir diferentes tipos de clima, variando entre temperaturas amenas e mais elevadas, torna necessário a refrigeração para alimentos, água e remédios.

A referida empresa foca seu trabalho na produção de trocadores de calor, destacando-se pela personalização dos produtos conforme as necessidades de cada cliente. Buscando constantemente a qualidade total e a credibilidade da marca no mercado, conquistou em 2002, a Certificação ISO 9001 e aderiu ao uso de um Sistema de Informação e Gestão Integrada. Têm como missão atender as necessidades dos diversos mercados de troca térmica, comercializando, desenvolvendo e produzindo produtos e serviços competitivos e inovadores e, sua visão é ser reconhecida como referência de parceria em negócios e tecnologia.

Dentre os diversos materiais utilizados para a fabricação de trocadores de calor, esse trabalho buscou analisar os setores que utilizam diretamente uma das principais matérias primas

nessa produção, os tubos de cobre. Participaram do estudo os diretores da empresa, gestores da produção e demais profissionais que atuam diretamente nos departamentos em questão. O principal problema nesses setores é a variabilidade na produção dos produtos, ou seja, existem mais pessoas executando a mesma atividade, com isso, geram produtos com dimensões diferentes, fazendo com que os setores subsequentes recebam materiais não conformes, como consequência, podem gerar desperdício de material e mão de obra, retrabalhos, ou até mesmo, a entrega de produtos em desacordo com as especificações exigidas pelos clientes. Sem possuir um controle da qualidade de seus processos a empresa se depara com dificuldades de manter um padrão de qualidade nestes processos e consequentemente, sofre problemas com custos gerados desnecessariamente.

Neste âmbito, o que pode ser feito para evitar, ou até mesmo eliminar a variabilidade nos processos, buscando manter um padrão de qualidade na produção?

Desse modo com a intenção de evitar ou até mesmo eliminar o problema citado e melhorar continuamente a qualidade dos processos, este trabalho tem como objetivo principal, a implementação parcial do Controle Estatístico de Processo (CEP), em forma de ensaio e comprovar sua viabilidade operacional de uso na empresa Serraff. Os objetivos específicos que nortearam o projeto de pesquisa desse trabalho foram: definir processos para implementação parcial do CEP, coletar informações necessárias para elaboração das cartas de controle, elaborar e divulgar as cartas de controle com base nas informações coletadas, identificar dificuldades e oportunidades com a implementação do CEP.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica teve como propósito gerar conhecimento sobre o tema do trabalho, trazendo conceitos de diversos autores relacionados a competitividade do setor de refrigeração e ar condicionados, qualidade dos produtos e processos de uma empresa, bem como sobre o Controle Estatístico de Processo (CEP), que deram o suporte necessário para a elaboração do presente estudo.

2.1 Qualidade dos produtos e concorrência do setor de refrigeração e ar condicionados

Como a empresa utilizada nesse artigo fornece trocadores de calor é importante

conceituar como acontece a concorrência desse setor e como é visto a qualidade desses produtos.

Esse setor oferece oportunidades em quase todos ambientes, tanto em relação ao consumidor final como também com os consumidores industriais, permitindo grandes mudanças na relação mercado e consumidor. O cenário de retração econômica e queda nas vendas não afetaram o segmento de refrigeração, ar condicionado, aquecimento e ventilação. Que segundo ASBRAV (2016, Texto Digital):

Com ou sem crise no cenário econômico nacional, o segmento de ar condicionado continua crescendo de forma impactante. Esse setor é formado por várias áreas. Então, quando um não vai bem o outro compensa. Outro fator é a demanda do território brasileiro que é grande e tem temperaturas muito altas. É preciso refrigeração para alimentos, água e remédios.

Segundo Berger (2016), podem existir quatro tipos de concorrência. A concorrência direta, onde existe o mesmo tipo de produto e mesma categoria, podendo ser substituído sem diferenças. A concorrência de categoria, onde diferem as categorias, mas com produtos iguais. A concorrência indireta, onde os produtos são diferentes, mas podem ser utilizados para a mesma funcionalidade. E ainda a concorrência orçamentária, onde se altera um produto por outro com uma outra funcionalidade.

Ainda conforme Berger (2016) a existência de um grande número de concorrentes nesse setor se deve às mudanças climáticas que ocorrem com frequência, fazendo com que as empresas possam oferecer vários produtos e serviços relacionados a esse segmento.

Para que uma empresa possa se manter de forma competitiva é fundamental suprir as necessidades que esse mercado oferece, bem como ser forte para enfrentar seus concorrentes, conforme Hradesky (1989), uma empresa para ter sucesso, precisa querer sobreviver e deve estar consciente de que, se não tomar nenhuma providência para melhorar a qualidade de seus produtos e serviços, muito provavelmente não terá forças de competir e manter-se no mercado.

Segundo Siqueira (1997) produzir apenas não basta, é preciso produzir com qualidade seus produtos. E entenda-se qualidade como sendo um conjunto de atributos inerentes ao produto ou serviço, sem os quais o mercado atual simplesmente ignora e deixa de lado as empresas que não se atentam a esses detalhes.

Nesse sentido, Banas (2010), apresenta alguns princípios da gestão da qualidade como requisitos para a busca de bons resultados e um bom desempenho das organizações, com o

intuito de abordar a importância de conhecê-los, compreendê-los e aplicá-los.

Conforme Banas (2010), os produtos e serviços devem superar expectativas, buscar deixar os clientes satisfeitos, atender e superar suas necessidades. A direção determina o caminho da organização para bons resultados. Os colaboradores são fundamentais para o desenvolvimento de benefícios para a empresa. O planejamento bem feito é a forma para que se obtenha bons resultados, evitando desperdícios de recursos. Saber identificar, gerenciar e entender os processos torna a empresa mais eficaz e eficiente na busca dos seus objetivos. Buscar melhoria contínua dos processos resulta na obtenção do melhor resultado, criando diferenciais de mercado. Informações precisas e confiáveis oferecem a empresa uma maior eficiência, facilitando as tomadas de decisões dos gestores. Manter um bom relacionamento com fornecedores, aumenta a capacidade de ambas empresas e agrega valor aos seus produtos e serviços, proporcionando benefícios mútuos.

Para toda essa qualidade, se torna fundamental que primeiramente se ofereça ao cliente um produto que supra suas necessidades e especificações. Que o produto entregue seja exatamente o que o cliente comprou, para isso é necessário que além de ter o controle da qualidade da matéria prima, da capacitação de profissionais, se tenha um controle maior na qualidade dos processos de fabricação desses produtos, o que pode ser feito através do uso de técnicas e ferramentas existentes.

2.2 Controle Estatístico de Processo (CEP)

Levando em conta, que para uma empresa se manter competitiva no mercado, ela deve possuir um controle na qualidade de seus produtos e serviços, bem como um controle de seus processos, este artigo utilizou, dentre outras técnicas existentes no mercado para o controle da qualidade de processos, a ferramenta denominada Controle Estatístico de Processo (CEP). Desta forma, é fundamental conceituar essa técnica.

O CEP tem como ideia principal segundo Paladini (2002) gerar menos variabilidade e proporcionar níveis melhores de qualidade nos resultados da produção através de uma melhora nos processos produtivos. Para isso, é necessário que executivos e gerentes das empresas também estejam comprometidos com a técnica.

Qualquer processo de produção, independente de quão bem projetado ou mantido ele seja,

sempre estará sujeito a uma variabilidade natural ou inerente, que é resultado do efeito cumulativo de muitas causas pequenas e inevitáveis, chamadas de causas comuns (MONTGOMERY, 2004). Ainda segundo Montgomery (2004), a aplicação do CEP em uma empresa trará a estabilidade do processo e a redução de variabilidade. Não satisfaz apenas cumprir as exigências, quanto maior a redução da variabilidade do processo, melhor será o desempenho do produto e melhora da imagem com relação a concorrência de mercado.

Levando em conta Peinado e Graeml (2007, p. 591):

O CEP é um método que tem características preventivas, através do qual se identificam tendências e variações significativas, a partir de dados estatísticos. Isto é possível, comparando-se continuamente os resultados de um processo com os padrões exigidos, a fim de controlar, reduzir e eliminar variações, antes que o produto apresente distorções que escapem dos limites de qualidade definidos como aceitáveis. O CEP não é uma forma de resolver problemas, mas de detectá-los e medir sua extensão, para que se possa buscar uma solução.

Outra grande vantagem com o CEP, é que o controle pode ser feito pelo próprio operador do processo, após ser treinado (DINIZ, 2006).

Para a implementação do CEP é necessário que a empresa verifique se os pré-requisitos estabelecidos abaixo estejam concluídos. Segundo Hradesky (1989, p. 192) os sete pré-requisitos são:

1. Todas as pessoas que irão usar o CEP devem ter completado de maneira satisfatória um treinamento que pelo menos explique por que o CEP é usado, como plotar dados em gráficos de controle e como interpretá-los.
2. Os resultados devem indicar capacidade aceitável.
3. Os resultados devem indicar que o processo está sob controle e que qualquer variação se deve a causa aleatórias (variações naturais).
4. A matriz de ações corretivas e preventivas deve ser aprovada pela equipe e afixada no local do processo.
5. O procedimento de controle do processo deve ter sido escrito e aprovado para fornecer um sistema para introdução e manutenção do CEP.
6. O registro de eventos deve ter sido implementado e estar localizado junto ou perto do processo no qual o CEP foi implementado. Ele conterá entradas sobre qualquer coisa nova, diferente ou alterada no processo.
7. Gráficos de controle selecionados para a operação devem estar afixados em local aprovado perto da operação. O tamanho e a frequência dos grupos devem ter sido determinados e aprovados. A linha central e os limites de controle atualizados também devem ter sido estabelecidos e aprovados.

Desse modo, visando atingir os sete pré-requisitos, primeiramente, conforme Hradesky

(1989), para a preparação adequada do plano deve se educar todos os participantes em técnicas de CEP.

Após cumpridas todas as exigências educacionais, deve se escolher um processo ou produto que permita a implementação bem-sucedida do CEP e de resolver problemas de qualidade ou da produtividade que estejam custando lucros da empresa ou seus clientes (HRADESKY, 1989).

Dessa forma ao executar sua atividade, segundo Alves, Neumann e Ribeiro (2003, Texto Digital) “o operário inicia o processamento e deve observar as variações. Se essas variações forem estatisticamente aleatórias, o processo está “sob controle” e essa variação é devida as “causas comuns”. Se apresentarem, porém, um viés sistemático, existe alguma “causa especial” que provoca a variação, a qual pode ser identificada e eliminada”. Causas comuns são as que fazem parte da natureza do processo, sendo responsáveis pela variabilidade natural do processo (GRAÇA, 1996). Causas especiais, por sua vez, são as causas específicas, acidentais e imprevisíveis que geralmente afetam uma determinada operação da máquina, operador ou período de tempo (GRAÇA, 1996). Essas variações seguem um padrão (distribuição) e podem ser identificadas e representadas através da curva de distribuição ou de Gauss.

Para que o processo seja considerado sob controle estatístico, Corrêa (2007) afirma que os pontos amostrais de uma variável qualquer devem estar situados dentro dos limites superior e inferior de controle, além de estarem variando aleatoriamente em torno da linha central, ou seja, não podem existir pontos seguidos que representem alguma tendência nos dados. Esse tipo de comportamento caracteriza que apenas causas comuns, ou seja, variações inerentes ao processo estão agindo sobre o mesmo e segundo Machado (2010), estas variações são inevitáveis e é preciso aprender a conviver com elas.

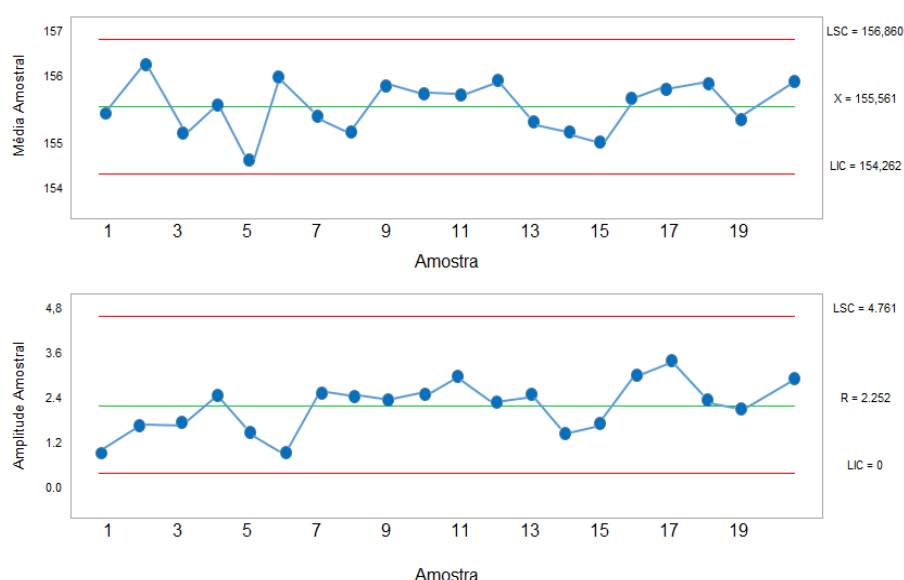
Para identificar essas variações se torna necessário o uso das cartas de controle, que conforme Siqueira (1997, p. 9), “carta de controle é uma ferramenta extremamente útil para identificar se as variações observadas num processo são decorrentes de causas comuns de variação, ou decorrentes de causas especiais de variação, que necessitam ser identificadas e eliminadas do processo”.

Ainda segundo Alves, Neumann e Ribeiro (2003, Texto Digital):

O uso das cartas de controle oferece diversas vantagens como ferramenta de controle da qualidade: são relativamente simples de serem elaboradas, podendo ficar a cargo do próprio operador de um equipamento ou executor de um serviço, permitem um ajuste contínuo do processo, mantendo-o sob controle, oferecem uma visão gráfica do andamento do processo e permitem avaliar a sua capacidade.

A característica típica de uma carta de controle (CC) é de fazer uma representação gráfica de uma característica de qualidade, contendo uma linha central (LC) que consiste do valor médio das amostras, uma linha superior e inferior, denominados de limite superior de controle (LSC ou UCL) e limite inferior de controle (LIC ou LCL) (MONTGOMERY, 2004) conforme exemplo da Figura 1. Esses limites são utilizados como base para definir se o processo está ou não sob controle estatístico.

Figura 1 – Exemplo de carta de controle



Fonte: Adaptado pelo autor com base Minitab (2017, texto digital)

Para a elaboração da carta de controle e definição dos limites é necessário fazer a coleta de dados e, para isso, conforme Diniz (2006) é fundamental que a coleta de dados seja com equipamentos adequados, bem como sua apresentação seja correta e clara. A observação de uma amostra “pode ser uma variável quantitativa como o peso, a idade, o comprimento, ou pode ser um atributo qualitativo como a cor, o estado civil, a forma” (DINIZ, 2006, p.12). Dessa forma o tipo de dado coletado definirá qual será o tipo de gráfico aplicado que pode ser variável ou de atributos.

Para controle de variáveis, podem ser usados três gráficos, da média \bar{X} , do desvio padrão

S e da amplitude R. E para controle de atributos utilizam-se dois gráficos da média e dispersão, (DINIZ, 2006).

Para construir as cartas de controle para média (X) e range (amplitude) (R), é necessário segundo Siqueira (1997), seguir os seguintes passos:

Primeiro deve se selecionar a característica de qualidade a ser controlada, definir o que será avaliado, se essa característica de qualidade é variável ou atributo.

Segundo definir o método que será a amostragem bem como seu tamanho, podendo para isso ser método instantâneo que consiste na retirada da amostra de uma produção realizada simultaneamente ou consecutivamente. Ou pode ser método periódico, que consiste na retirada da amostra durante um determinado período de tempo, de forma que essa amostra seja representativa de toda produção nesse período.

Para a definição do tamanho da amostra pode se utilizar como base a Tabela 1, retirada da Norma NBR-5429.

Tabela 1 – Tamanho da amostra

Tamanho do lote	Tamanho da amostra
66 – 110	10
111 – 180	15
181 – 300	25
301 – 500	30
501 – 800	35
801 – 1.300	40
1.301 – 3.200	50

Fonte: Adaptado pelo autor com base Siqueira (1997, p. 14)

Segundo Siqueira (1997), o terceiro passo é a coleta dos dados e, para esse pode se utilizar um formulário, conforme exemplificado na Tabela 2, no qual, os dados são registrados em colunas.

Tabela 2 – Coleta de dados

Data		20/mar			21/ mar		
Hora	08:00	13:30	17:00	08:00	13:30	17:00	
Operador	João	João	Miguel	Miguel	João	João	
Medida 1	50	40	43	39	80	56	
Medida 2	55	56	45	45	67	54	
Medida 3	67	45	46	46	56	45	
Medida 4	45	52	46	37	45	46	
Medida 5	51	34	46	55	50	68	
Soma	268	227	226	222	298	269	
Média	53,6	45,4	45,2	44,4	59,6	53,8	
Amplitude	22	18	3	18	35	23	

Fonte: Adaptado pelo autor com base Diniz (2006, p. 23)

O quarto passo segundo Siqueira (1997), deve se determinar o valor central e os limites de controle, esses valores são obtidos utilizando fórmulas da média (\bar{X}) (EQUAÇÃO (1)) e da amplitude (\bar{R}) (EQUAÇÃO (2)).

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_K}{K} \quad (1)$$

Onde X_i = média do subgrupo 1 e K = quantidade de subgrupos.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_K}{K} \quad (2)$$

Onde R_i = amplitude do subgrupo 1 e K = quantidade de subgrupos.

Para os limites de controle de variáveis, conforme Siqueira (1997), os cálculos são simplificados pela utilização dos fatores A2, D3 e D4, fatores que já são tabulados conforme Tabela 3, onde o A2 é usado para calcular os limites para carta de controle das médias, enquanto os fatores D3 e D4 são utilizados para calcular os limites para carta de controle das amplitudes. As fórmulas com o uso desses fatores são da média (Limite Superior (LCS)) conforme equação (3), da média (Limite Inferior (LCI)) conforme equação (4).

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \quad (3)$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \quad (4)$$

Tabela 3 – Fatores para cartas de controle por variáveis

Tamanho da amostra	Médias	Amplitude	
	Limites de Controle	Limites de Controle	
N	A ₂	D ₃	D ₄
2	1.881	0	3.269
3	1.023	0	2.574
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.114
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924

Fonte: Adaptado pelo autor com base Siqueira (1997, p.128)

Conforme Siqueira (1997), o quinto passo é determinar os limites de controle revisados, esse passo busca estabelecer a melhor estimativa para o valor central. Se a análise dos dados mostra um bom controle, então, X e R podem ser considerados como representativos do processo. Aqui podemos entender como “bom controle”, quando nenhum dado cai fora dos limites de controle. Desse modo para calcular os novos limites deve se descartar os subgrupos dos pontos que ficaram fora dos limites, estabelecendo assim um novo valor central.

Ainda segundo Siqueira (1997), o sexto e último passo é utilizar a carta de controle para as suas finalidades, nesse passo quando as cartas de controle são implantadas numa estação de trabalho, geralmente ocorre uma melhoria no desempenho do processo. Isso se deve pelo fato de que a introdução das cartas de controle gera um efeito psicológico que faz com que o trabalhador melhore, devido ao fato de que a maioria dos trabalhadores querem produzir com qualidade e, se os gerentes demonstram interesse, os trabalhadores respondem positivamente.

Para ter bons resultados com as cartas de controle, é necessário além da coleta adequada das informações e da plotagem correta dos dados nos gráficos, fazer uma interpretação adequada dos resultados, onde não só os pontos fora dos limites de controle devem ser cuidados, mas também quando esses pontos demonstrarem alguns comportamentos que tendem a

demonstrar uma possível causa especial, e gerar um ponto fora dos limites. Segundo Nomelini, Ferreira e Oliveira (2009, Texto Digital) “a interpretação dos gráficos de controle e a definição do momento em que o processo se encontra fora de controle são feitas por meio do exame da ocorrência (ou não) dos padrões de não aleatoriedade”.

Dessa forma existem alguns métodos que nos ajudam a procurar padrões de não aleatoriedade e que indicam falta de controle, que segundo Werkema (1995) são:

- **Pontos fora dos limites de controle:** esta é a indicação mais evidente de falta de controle de um processo, exigindo investigação imediata da causa de variação assinalável responsável pela sua ocorrência. Estes podem vir de algum instrumento não calibrado, de um erro do operador ou de defeitos nos equipamentos.

- **Padrões cíclicos ou de periodicidade:** acontecem quando os pontos, repetidamente, apresentam uma tendência para cima e para baixo, em intervalos de tempo que têm, aproximadamente, a mesma amplitude. Algumas causas especiais que podem acarretar em periodicidade são: mudanças sistemáticas nas condições ambientais, cansaço do operador, entre outros.

- **Sequência ou deslocamento de nível do processo:** é uma configuração em que vários pontos consecutivos do gráfico de controle aparecem em apenas um dos lados da linha média. As sequências consideradas anormais são: sete ou mais pontos consecutivos.

- **Tendência:** é constituído por um movimento contínuo dos pontos do gráfico de controle em uma direção ascendente ou descendente.

- **Mistura ou aproximação dos limites de controle:** é quando os pontos tendem a cair próximo ou levemente fora dos limites de controle, com relativamente poucos pontos próximos da linha média. Neste caso, podem existir duas distribuições sobrepostas, por exemplo, duas máquinas trabalhando de maneira diferente.

Levando em conta esses prováveis métodos, torna necessário que os analisadores das cartas de controles (profissionais dos setores, supervisores e gestores) estejam sempre atentos as plotagens dos dados e assim que perceberem algum comportamento que possa gerar causas especiais e pontos fora dos limites de controle, parem imediatamente o processo e o reavaliem verificando se está sendo executado da forma correta.

O Controle Estatístico de Processo (CEP) possibilita a manutenção da qualidade dos produtos, mas para isso, ocorrem algumas dificuldades na manutenção desse controle contínuo. Algumas dessas dificuldades são:

- **Custos com manutenção da qualidade dos produtos:** esses custos podem ser custos de prevenção dos produtos não conformes, custos na avaliação da observância das especificações, custo com falhas internas, produtos não conformes, antes de chegarem ao cliente e custos com falhas externas, produtos não conformes, diferente das especificações, após a venda (COSTA e ALMEIDA, 2002).
- **Capacitação dos profissionais envolvidos:** ocorre o desconhecimento dos conceitos básicos de estatística e da aplicação destes conceitos, isso ocorre devido ser uma ferramenta de “chão de fábrica” e em muitas empresas os funcionários dessas sessões são pessoas pouco instruídas necessitando de muito treinamento (INDEZEICHAK e LEITE, 2005).
- **Quebra de paradigmas (mudança de cultura):** dificuldades em implantar uma nova metodologia, devido à resistência às mudanças e somente a equipe de implantação se dedica, a resistência é uma característica do tempo de implantação e também dos treinamentos, geralmente à maior resistência em empresas mais antigas, pelo fato de seus funcionários estarem habituados com velhos sistemas e conceitos (INDEZEICHAK e LEITE, 2005).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo da metodologia é apresentar quais os procedimentos que foram utilizados na pesquisa e da classificação quanto aos seus objetivos, procedimentos técnicos e sua natureza.

O método utilizado pode ser classificado como projeto de pesquisa aplicada. Para Vergara (2010) a pesquisa aplicada é fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos, ou não. Tem, portanto, finalidade prática. Esta pesquisa se classifica como aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, com foco na solução dos problemas mencionados no estudo, buscando entender a natureza e a sua fonte.

Em relação aos objetivos, este estudo é classificado como exploratório, pois visa

aumentar os conhecimentos do problema em questão, conforme Gil (2002), esta pesquisa proporciona uma maior compreensão do tema, para que o pesquisador possua informações suficientes ao desenvolver as etapas necessárias para atender aos objetivos do trabalho. Desta forma oferece uma maior familiaridade com o problema, envolvendo levantamento bibliográfico, reuniões com pessoas que possuem experiências práticas com o problema em questão (VERGARA, 2010).

Em relação à sua abordagem esse estudo é de caráter qualitativo com a utilização de dados estatísticos. Qualitativo pois através de reuniões informais com gestores das áreas de suprimentos e produção, buscou identificar características qualitativas dos processos de corte e dobra de bengalas da empresa Serraff, com a intenção de identificar as características qualitativas sem atribuição de números. Conforme Malhotra (2001), é uma técnica de pesquisa exploratória não estruturada, realizada com pequenas amostras e que proporciona a compreensão do problema que está sendo estudado.

Foi utilizado a pesquisa documental que é caracterizada por materiais que ainda não receberam um processo analítico ou que ainda podem ser modificados conforme necessidade do autor, o seu desenvolvimento é muito semelhante à pesquisa bibliográfica, sendo que a principal diferença está na fonte das informações (GIL, 2002). Grandes partes das principais informações necessárias para análise estão contidas na própria empresa, como tabelas estatísticas, desenhos, arquivos, que passam a ser essenciais para a definição e análise deste problema (MATTAR, 2005). Foram utilizadas diversas fontes de informações para análise dos processos, como relatórios, registros de sistema, documentos arquivados e instruções de trabalho da empresa Serraff, possibilitando assim, um levantamento de informações mais completas para o desenvolvimento do estudo.

Segundo Vergara (2010), todo o método possui possibilidades e limitações, portanto, cabe ao autor explicitar quais as limitações que o método escolhido oferece e, ainda assim, justificá-lo como o mais adequado aos propósitos da investigação. Desta forma este estudo limitou-se a implementar parcialmente o Controle Estatístico de Processo (CEP), no processo de corte de bengalas e no processo de dobra de bengalas da empresa Serraff.

Outra limitação a ser considerada é que a variedade de produtos existentes na empresa em estudo é consideravelmente grande, tornando a implementação em todos processos mais longa e que demanda muita disponibilidade de tempo e, por questão de buscar realizar um

estudo com qualidade e correto, trazendo resultados concretos e de credibilidade, será realizada a implementação parcial do CEP somente nos processos de corte de bengalas (3/8", 0,30 mm) e de dobra de bengalas (3/8", N° 3).

4 IMPLEMENTAÇÃO PARCIAL DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) NA EMPRESA SERRAFF

A parte prática do trabalho demonstra como o autor obteve as informações necessárias para responder ao problema em questão, visando mostrar e analisar como foi feita a implementação parcial do CEP na empresa Serraff, buscando alcançar o objetivo geral e os específicos desse estudo. Descreve como foi definido os dois processos críticos em que foi realizado a implementação parcial, as formas que foram utilizadas para a definição dos limites inferiores e superiores das cartas de controle, como foi feito a divulgação das cartas de controle, como foi realizado a plotagem dos dados e o que foi feito com esses dados. Após descreve dificuldades e oportunidades encontradas com essa implementação parcial do CEP.

4.1 Definição dos processos críticos para implementação parcial do Controle Estatístico de Processo (CEP)

Primeiramente através de uma reunião com gestores dos setores de engenharia, suprimentos, financeiro e produção foi possível verificar quais as matérias primas fundamentais na produção dos trocadores de calor. Com base nessa relação, em conversa com o Diretor Industrial e buscando realizar uma verificação adequada e qualificada do CEP foi definido que inicialmente seria realizado a implementação parcial em forma de ensaio em dois processos críticos, o processo de corte (Bengalas 3/8" 0,30 mm) e o processo de dobra (Bengalas 3/8 N° 3), que segundo o Diretor são pontos que além de utilizarem uma das matérias primas fundamentais na fabricação de trocadores de calor, também impactam diretamente em alguns dos problemas que resultam em prejuízos para a empresa como:

- Não conformidades externas (NCE): quando os clientes enviam alguma reclamação para a empresa, informando que os produtos oferecidos tiveram algum problema em campo, como vazamentos devidos a furos nas bengalas dos trocadores de calor.
- Retrabalhos: bengalas que saem dos processos com tamanhos fora das especificações

requerem retrabalhos para poderem ser utilizadas novamente e, esse retrabalho pode deixar rebarbas de cobre dentro dos tubos das bengalas, o que consequentemente pode atrapalhar no funcionamento adequado dos equipamentos.

4.2 Coleta das informações necessárias para definição dos limites para elaboração das cartas de controle

Após definido os dois processos críticos, foi necessário começar a realizar a coleta das informações para a definição dos limites que foram utilizados na elaboração das cartas de controles.

Para isso, primeiramente através de uma análise na estrutura das bengalas, de uma conversa com a equipe de Engenharia da empresa e com base nas especificações de medidas passadas pelos clientes definiu-se os limites (especificações) aceitáveis nos processos. Devido à grande variedade de tamanhos em cada processo para essa implementação parcial foi utilizado como base a variação de tamanho que ocorre num determinado modelo de bengala, ou seja, o valor (medida) utilizado para análise é a diferença entre o tamanho especificado pelo projeto e o tamanho encontrado de fato (produzido). No processo de corte (Bengalas 3/8" 0,30 mm) os limites permitidos foram -1 milímetro (mm) e +1 milímetro (mm), já para o processo de dobra (Bengalas 3/8 N° 3) os limites permitidos foram -2 milímetro (mm) e +2 milímetro (mm).

Posteriormente, levando em conta a Tabela 1 desse artigo (pág. 10), foi definido o tamanho da amostra para cada um dos dois processos críticos que foram analisados. Onde ficou definido que para o processo de corte de bengalas, por possuir lotes de 801 peças a 1300 peças foram necessários 40 subgrupos de amostras e para a dobra de bengalas por possuir lotes de 1301 peças a 3200 peças foram necessários 50 subgrupos de amostras. Como a empresa não possui um prazo certo de em quanto tempo pode dar algum problema, foi escolhido um intervalo de tempo de 3 horas entre a coleta de cada subgrupo de amostra, buscando assim poder encontrar causas especiais sem tornar essa coleta um problema para a produtividade do processo.

Buscando apresentar um resultado eficaz e adequado para definição dos limites, a coleta de dados foi executada pelo mesmo profissional, que foi devidamente instruído com as técnicas de CEP para que pudesse realizar essa coleta de forma correta e adequada. Com isso a coleta das variações para definição dos limites das cartas de controle do processo de corte de bengalas

(3/8" 0,30 mm) foi iniciada no dia 17 de julho de 2017 e se estendeu até 31 de Julho de 2017, já a coleta das variações para definição dos limites das cartas de controle do processo de dobra de bengalas (3/8 N° 3) foi iniciada no dia 01 de Agosto de 2017 e se estendeu até 17 de agosto de 2017.

As variações encontradas foram colocadas numa tabela de Excel conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Dados coletados para cálculos dos limites das cartas de controle

Dados Dobra (BENGALAS 3/8" - N° 3)				Limites: -2mm e +2mm			
Unidade medida: milímetros (mm)				Máquina: Bengaleira Hidráulica (N° 02)			
Data	Hora	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	N° da amostra
01/08/2017	07:30	1,20	1,50	1,00	0,80	1,60	1
01/08/2017	10:30	1,00	1,30	0,80	0,10	1,20	2
01/08/2017	14:30	3,50	0,52	0,10	-0,40	-0,45	3
...							
03/08/2017	07:30	0,25	0,37	0,20	0,18	0,24	9
03/08/2017	10:30	1,28	1,35	1,34	1,50	1,95	10
...							
17/08/2017	17:30	0,08	0,18	0,24	0,10	0,15	50

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Levando em consideração que amostras que possuem pontos fora das especificações (TABELA 5) de cada processo devem ser eliminadas para se encontrar o valor central correto, nesse estudo foi necessário eliminar no processo de corte de bengalas (3/8" 0,30 mm) dos 40 subgrupos os subgrupos 5, 6, 8, 11, 21 e 37 totalizando assim 34 subgrupos aceitáveis e para o processo de dobra de bengalas (3/8 N° 3) dos 50 subgrupos foi eliminado os subgrupos 3, 6, 10 e 23 totalizando para esse processo total de 46 subgrupos aceitáveis.

Tabela 5 – Dados fora das especificações

Dados Corte (BENGALAS 3/8" - 0,30 mm)				Limites: -1mm e +1mm			
Unidade medida: milímetros (mm)				Máquina: Cortador de tubos N° 04			
Data	Hora	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	N° da amostra
17/07/2017	07:30	0,52	-0,35	-0,30	-0,20	-0,25	1
...							
18/07/2017	07:30	-1,10	0,50	0,20	0,30	0,33	5
18/07/2017	10:30	-0,20	-0,25	-0,10	-1,20	0,18	6
18/07/2017	14:30	0,02	0,00	0,05	0,10	0,08	7
18/07/2017	17:30	-0,20	-0,10	1,30	-0,08	0,00	8
19/07/2017	07:30	0,95	0,85	0,90	0,70	0,80	9
19/07/2017	10:30	-0,25	-0,30	-0,10	-0,18	-0,21	10
19/07/2017	14:30	0,90	1,80	-0,56	-0,45	-0,50	11
...							
24/07/2017	07:30	0,00	-0,04	-0,20	0,02	0,00	20
24/07/2017	10:30	0,90	0,50	0,80	0,70	1,60	21
...							
28/07/2017	10:30	1,80	0,00	0,01	-0,01	0,00	37
28/07/2017	14:30	-0,20	-0,35	-0,30	-0,29	-0,25	38
...							
31/07/2017	10:30	0,20	0,12	0,35	0,24	0,28	40

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

4.3 Elaboração e disponibilização das cartas de controle nos setores

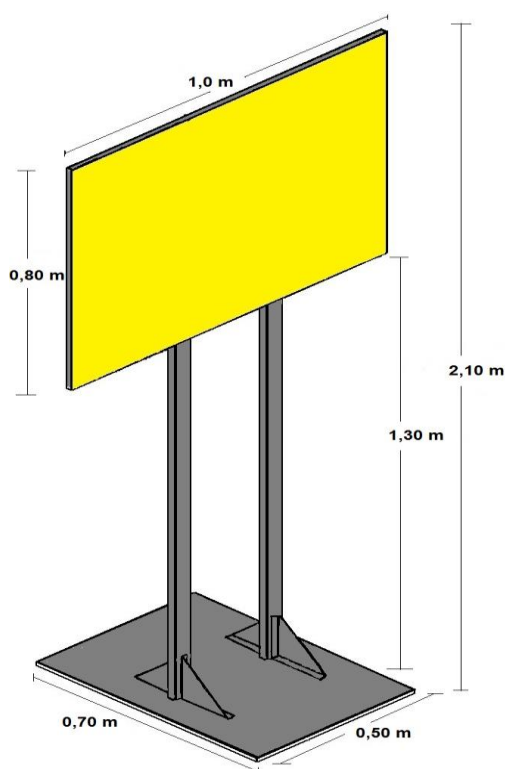
Após finalizada a coleta dos dados, foi definido os limites superiores e inferiores de cada carta. Para o cálculo dos limites os valores tabulados de A2, D3 e D4 devido ao tamanho das amostras serem de 5 valores por amostra terão conforme Tabela 3 desse artigo (pag. 12), os valores de ($A2 = 0,577$), ($D3 = 0$) e ($D4 = 2,114$). Para o presente estudo foi utilizado as cartas de controles das médias (\bar{X}), devido ao fato de que esses foram os valores plotados. Dessa forma utilizando as equações apresentadas nesse estudo obteve-se os seguintes resultados:

- Limite Superior do processo de corte de bengalas (3/8" 0,30 mm) (EQUAÇÃO 3 deste artigo (pág. 12)): 0,22 mm.

- Limite Inferior do processo de corte de bengalas (3/8" 0,30 mm) (EQUAÇÃO 4 deste artigo (pág. 12)): -0,15 mm.
- Limite Superior do processo de dobra de bengalas (3/8 N° 3) (EQUAÇÃO 3 deste artigo (pág. 12)): 0,60 mm.
- Limite Inferior processo de dobra de bengalas (3/8 N° 3) (EQUAÇÃO 4 deste artigo (pág. 12)): -0,01 mm.

Após os limites terem sido calculados as cartas de controle foram colocadas num pedestal, no setor onde os dados foram coletados e plotados. O pedestal (IMAGEM 1), terá a altura central de 1,70 metros, para que fique numa altura onde não precise de muitos esforços para ser visto e terá sua parte superior pintada em amarelo para ficar mais nítida sua visualização.

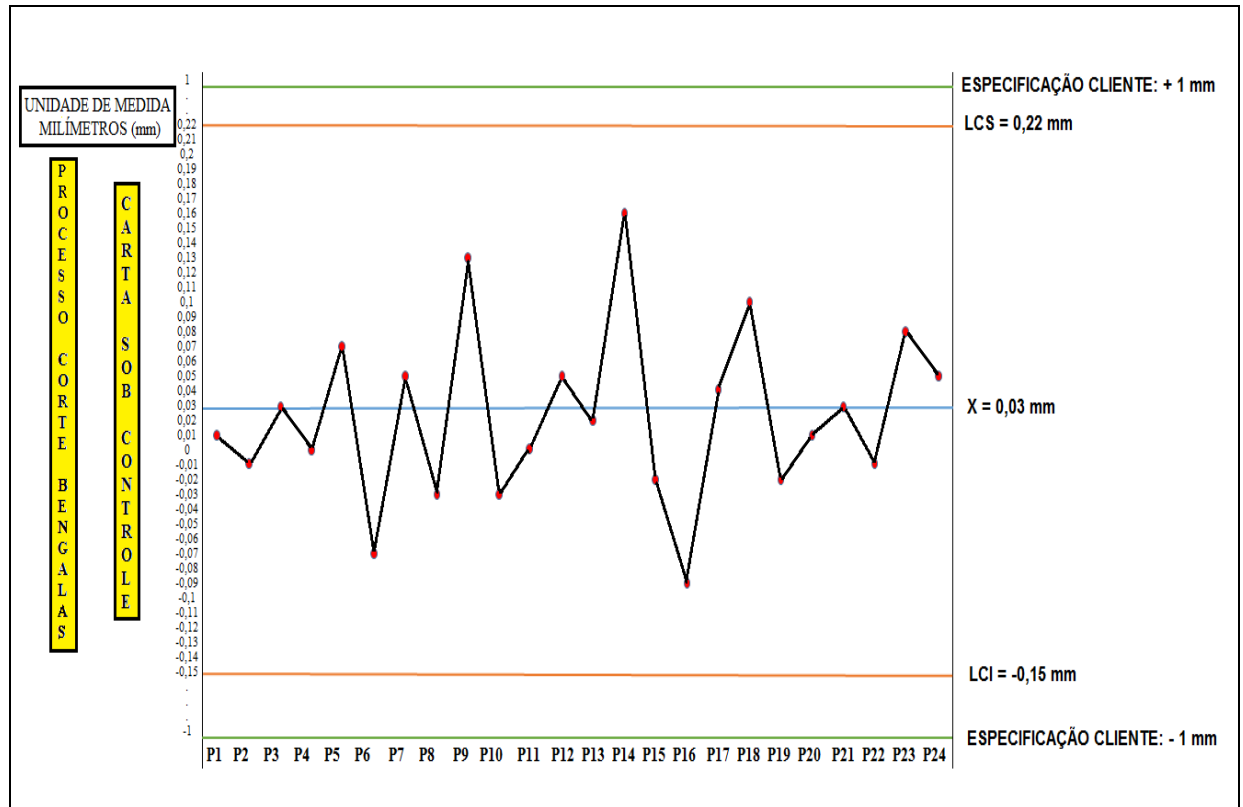
Imagem 1 – Projeto pedestal



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

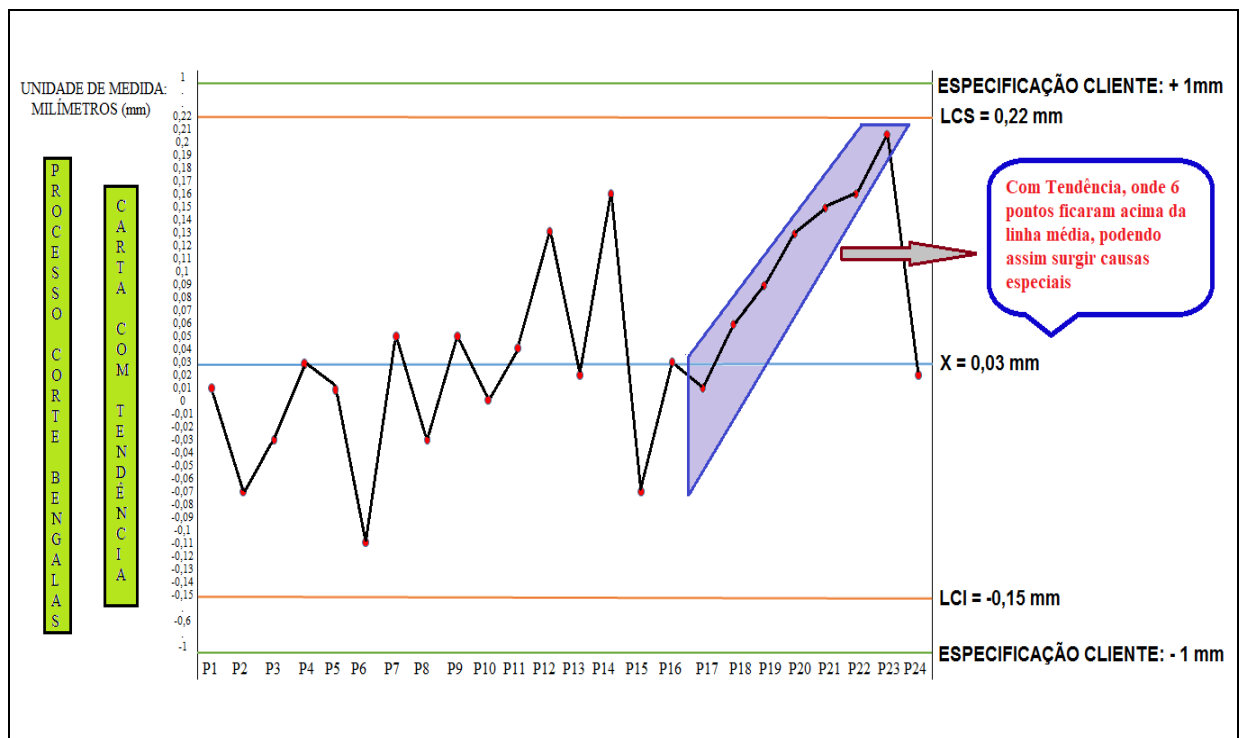
Nesse sentido acompanhando a plotagem dos dados através das cartas de controle pode se observar se o processo está sob controle seguindo uma produção sem causas especiais (IMAGEM 2), ou se estava surgindo tendências que demonstrem possível causa especial (IMAGEM 3).

Imagem 2 – Processo sob controle



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Imagem 3 – Processo com tendência a uma possível causa especial



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Para plotar os dados os operadores responsáveis foram devidamente instruídos, para que

esses saibam o porquê estão realizando determinada coleta e plotagem. Dessa forma foi disponibilizado além do pedestal, um pequeno manual de instrução impresso e plastificado. Esse manual de instrução contém 4 passos que precisam ser seguidos para que essa implantação parcial do CEP seja adequada e com qualidade. Os quatro passos a serem seguidos são:

- Coletar os dados corretamente, cuidar para as medidas estarem precisas, usar as ferramentas adequadamente.
- Plotar os dados na carta de controle de forma precisa, na posição correta.
- Avisar imediatamente aos gestores ou diretor industrial da empresa caso algum dos pontos fique fora dos limites aceitáveis.
- Cuidar e avisar caso surja alguma tendência de dados, ou seja, caso tenha uma sequência de 7 pontos que fiquem acima ou abaixo da linha média, parar e avisar gestores ou diretor industrial para que seja ajustado antes de gerar problemas.

4.4 Dificuldades e oportunidades com a implementação do CEP

Nesse estudo foi possível identificar algumas oportunidade e dificuldades que a implementação do Controle Estatístico de Processo (CEP) trouxe para empresa.

Oportunidades:

- Diferencial competitivo: melhora significativa na visão da empresa perante aos clientes, devido a conseguir ter um controle contínuo na qualidade dos produtos e serviços oferecidos, conseguindo manter um padrão de qualidade alto.
- Aproveitamento de recursos: com o CEP a empresa conseguiu diminuir os retrabalhos na produção das bengalas, bem como diminuiu o risco de um problema de vazamento futuro, isso devido ao fato de que toda vez que uma bengala é retrabalhada, acaba deixando com o corte rebarbas de cobre dentro das bengalas, que podem assim resultar em possíveis vazamentos.
- Maior qualidade e produtividade do processo: pode se verificar que após a implementação do controle do processo, o próprio operador começou a se atentar mais como estava realizando a tarefa, verificando e conferindo melhor se as definições e bases da máquina

estão de acordo.

Dificuldades:

- Resistência à mudança: devido a muito dos colaboradores dos processos já executarem a mesma tarefa a mais tempo, resistem mais quanto as mudanças, acreditando que esse novo método só irá gerar mais trabalho, ainda seguem a máxima que “sempre foi assim porque precisamos mudar agora”. Dessa forma o treinamento e a integração de todos envolvidos nessa implementação requerem mais cuidado e maior tempo para o entendimento por todos.
- Treinamento qualificado: como essa ferramenta envolve muita estatística e é utilizada no “chão de fábrica”, os colaboradores necessitam de mais treinamentos e treinamentos mais qualificados, considerando que muitos possuem poucos conhecimentos nessa área.
- Equipamentos melhores: a empresa possui 30 anos de mercado e, com isso possui muitos maquinários antigos, o que dificulta na obtenção de dados precisos, que facilitariam no encontro de causas comuns e causas especiais nos processos.
- Diversidade de produtos: a gama de produtos da empresa desse estudo é elevada. Tornando os processos mais variáveis, que necessitam mais regulagens para a fabricação de cada produto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação parcial do CEP na empresa Serraff Ind. de Trocadores de Calor Ltda., em forma de ensaio possibilitou à empresa obter uma melhoria nos processos, reduzindo os retrabalhos e desperdícios que ocorriam nos setores de corte e dobra de bengalas, possibilitando assim uma melhoria continua da qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

Neste sentido, com o intuito de atender ao objetivo geral deste trabalho, que teve como finalidade a implementação parcial do Controle Estatístico de Processo (CEP), em forma de ensaio e comprovar sua viabilidade operacional na empresa em questão, inicialmente, foi necessário atender aos objetivos específicos, definir pontos para implementação parcial do CEP, coletar informações necessárias para elaboração das cartas de controle, elaborar e divulgar as cartas de controle com base nas informações coletadas, identificar dificuldades e

oportunidades com a implementação do CEP.

Além disso, este estudo instigou a todos os envolvidos a repensar as suas atividades exercidas, identificando riscos e desvios, com a prática de aplicar a melhoria contínua. Foi de suma importância a participação dos profissionais envolvidos, tanto na preocupação de coletar, plotar e interpretar os dados corretamente, quanto na participação dos mesmos em avaliar as dificuldades e oportunidades na implementação parcial do CEP, com o objetivo de aperfeiçoar e oferecer melhorias contínuas na qualidade dos processos.

Este trabalho foi previamente apresentado para a direção da empresa Serraff, a qual se mostrou interessada em dar sequência na implementação do CEP, que demonstrou oferecer mecanismos para minimizar ao máximo as deficiências do processo e as suas consequências, visto que as mesmas geram perdas de tempo, de materiais e interferem até mesmo, na qualidade do produto final.

O resultado do estudo foi satisfatório, necessitando apenas algumas adaptações e novos estudos para poder ser implementado nos demais processos, demonstrando a relevância do trabalho junto à empresa, onde se obteve uma grande melhoria nos processos implementados.

Além disso, é importante ressaltar que os processos, de forma geral, devem ser constantemente monitorados e reavaliados, uma vez que os mesmos podem sofrer alterações ou variações no seu contexto, ocasionado pela mudança de recursos e objetivos estratégicos da empresa, que podem ser diferentes para momentos distintos da mesma.

Também pode se constatar que a aplicação dessa ferramenta, geraria para empresa um diferencial competitivo no mercado, sendo assim a pioneira na Região do Vale do Taquari a ter o Controle Estatístico de Processo implementado, que atualmente só é utilizado pelas grandes empresas multinacionais. Podendo a empresa ser usada como exemplo regional na utilização dessa ferramenta.

Para o acadêmico, esta pesquisa possibilitou adquirir conhecimentos e também desenvolver habilidades de análise crítica com a capacidade de sugerir propostas de melhorias, permitindo vivenciar, na prática, conceitos estudados ao longo da graduação.

REFERÊNCIAS

ALVES, Pedro Henrique Bortolotto Fagundes. NEUMANN, Carla Simone Ruppenthal. RIBEIRO, José Luis Duarte. **Etapas para implantação de controle estatístico do processo: um estudo aplicado**. Minas Gerais: Enegep, 2003. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/epr/upload/artigos/ArtigoCEP.doc>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

ASBRAV. **Sector de Refrigeração, Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação projeta crescimento de 10% no país**. 2016. Disponível em; < <http://asbrav.org.br/setor-de-refrigeracao-ar-condicionado-aquecimento-e-ventilacao-projeta-crescimento-de-10-no-pais/>>. Acesso em: 04 abril 2017.

BANAS, Fernando. **Construindo um sistema de gestão da qualidade**. São Paulo: EPSE, 2010.

BERGER, Emerson. **Pesquisa de mercado: setor de refrigeração de ar. Administradores**. 2016. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/academico/pesquisa-de-mercado-setor-de-refrigeracao-de-ar/93014/>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

CORRÊA, J. M. **Estudo de controle e análise da capacidade de processo de produção de água potável**. Tese (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Paraná – UFP, 2007.

COSTA, Benny.; ALMEIDA, M.I.R. **Estratégia: perspectiva e aplicações**. São Paulo: Atlas, 2002.

DINIZ, Marcelo Gabriel. **Desmistificando o Controle Estatístico de Processo**. 1. ed. São Paulo: Artliber, 2006.

GRAÇA, J. C. **O CEP acaba com as variações? Revista Controle da Qualidade**. São Paulo: Banas, 1996.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HRADESKY, John L. **Aperfeiçoamento da qualidade e da produtividade. Guia prático para a implantação do controle estatístico de processo – CEP**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

INDEZEICHAK, Vilmaria; LEITE, Magda Lauri Gomes. **Dificuldades para implantação do controle estatístico de processos (CEP)**. XII Simpep. São Paulo. 2005. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Indezeichak_V_Dificuldades%20par.pdf>. Acesso em: 10 abril 2017.

MACHADO, J. D. P. **Implantação de controle estatístico de processo na Sociedade Central de Cervejas S. A.** Tese (Mestrado em Engenharia de Gestão Industrial). Universidade Nova de Lisboa, 2010.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing: metodologia e planejamento**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MINITAB. **Cartas de controle de variáveis**. 2017. Disponível em: <<http://support.minitab.com/pt-br/minitab/17/topic-library/quality-tools/control-charts/understanding-variables-control-charts/variables-control-charts-in-minitab/>>. Acesso em: 04 abril 2017.

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

NOMELINI, Quintiliano Siqueira Schroden. FERREIRA, Eric Batista. OLIVEIRA, Marcelo Silva de. **Estudos dos padrões de não aleatoriedade dos gráficos de controle de Shewhart: um enfoque probabilístico**. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n3/v16n3a08>>. Acesso em: 15 maio 2017.

PALADINI EP. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002.

PEINADO, Jurandir. GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

SIQUEIRA, Luiz Gustavo Primo. **Controle Estatístico do Processo. Equipe Grifo**. São Paulo: Pioneira, 1997.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: QFCO, 1995.